

методы динамического расчета машиностроительных конструкций. – М.: Машиностроение, 1967. – 368 с. 4. Колосовский М. З. Нелинейная теория виброзащитных систем. – М.: Наука, 1966. – 317 с. 5. Ржаницын А. Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. – М.: Стройиздат, 1978. – 239 с. 6. Александров С. С., Козлов Е. П., Кузнецов Б. И. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами. Теорія автоматичного керування. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2002. – Том 1. – 490 с.

Поступила в редколлегию 10.01.2006

УДК 621.01

Е.И.ЗИНЧЕНКО, НТУ “ХПИ”

**ЗАДАЧА УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ
СХЕМ СТАНКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И УКЛАДКИ
ПАЗОВЫХ
КОРОБОВ В ПАЗЫ СЕРДЕЧНИКОВ СТАТОРОВ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

У статті ставиться питання про удосконалення кінематичних схем станків для виготовлення та укладки пазових коробів у пази сердечників статорів електродвигунів. Це питання вдається вирішити завдяки заміні кривошипно-повзунного механізму без вистою повзуна на шестиланковий механізм четвертого класу з вистосом повзуна. В результаті такої заміни одержимо більш довговічний та менш габаритний механізм завдяки зменшенню ходу штовхача та зменшенню швидкості, з якою штовхач буде вступати у контакт із заготовкою.

In the article a question is put about improvement of kinematics charts of machine-tools for making and packing of grooving boxes in grooves of stator's cores of electric motors. This question succeeds to be decided due to replacement of slide-crank mechanism without dwell of slide-block by six-units mechanism of fourth class with dwell of slide-block. As a result of such replacement we received more lasting and less overall mechanism due to diminishing of motion of pusher and diminishing of speed with which the pusher will enter into a contact with a half-finished product.

Актуальность. В проблеме повышения эффективности производства малых и средних электрических машин переменного тока совершенствованию технологии изготовления статорных обмоток отводится особое место. Создание машинных обмоточно-изолирующих процессов – задача комплексная. Для эффективного ее решения становится актуальной следующая задача: существенно улучшить операцию изолирования обмоток путем резкого сокращения холостого хода толкателя механизма досылания коробов у станков, предназначенных для изоляции пазов.

Комплексный процесс изготовления обмоточного статора включает следующие процессы: изолирование пазов; намотку катушек; укладку их в пазы; разжим (промежуточное формование) лобовых частей; осадку катушек в пазы для двухслойных обмоток; установку междофазной изоляции соединения концов катушечных групп фаз; образование выводов обмотки; изолирование мест соединений; увязку и закрепление выводов и

межгрупповых переходов; формирование, бандажирование и калибровку лобовых частей [1].

Несмотря на относительную простоту процесса, однотипность схем пазовой изоляции и ограниченное число способов ее изготовления, пазиоизолирующие устройства отличаются большим многообразием.

Поэтому задача усовершенствования конструкции станков для изготовления и укладки пазовых коробов в пазы сердечников статоров становится актуальной.

Объекты исследований. Объекты исследований – станки для изготовления и укладки пазовых коробов в пазы сердечников статоров. В отечественном электромашиностроении основной ряд составляют созданные ВНИИТ “Электромаш” станки ИС1А, ИС23А, ИС345В. Базовой моделью является станок ИС23А (рис. 1), основные схемные и компоновочные решения которого характерны для большинства известных образцов.

Станок предназначен для изготовления и укладки пазовых коробов в пазы сердечников статоров электродвигателей с внутренним диаметром 45...165мм, наружным диаметром 85...240мм и длиной сердечника 38...180мм. Изолированные сердечники имеют однотипную конфигурацию пазов. Форма дна паза плоская или полукруглая. Для изготовления пазовых коробов на станке применяется однослойный (или композиционный, склеенный) изоляционный материал толщиной 0,2...0,4мм, поставляемый в рулоне, наружный диаметр – не более 400мм. Изготавливаемые на станке пазовые короба имеют торцевые манжеты шириной 3...5мм.

Общий вид станка с оснасткой представлен на рис. 2. В сменную оснастку 12 входят штамп, оправка статорная с диском и досылатель.

Взаимодействие узлов и механизмов станка показано на кинематической схеме (рис. 3). От электродвигателя 1 посредством шкивов 2 и 3 и клиновых ремней движение передается на свободно вращающийся вал I, который с помощью электромагнитной муфты (по схеме $У_1$) может быть соединен с валом II. На валу II установлена шестерня $z_1 = 46$ и вторая муфта (по схеме $У_2$) (тормозная), которая связана с корпусом редуктора. От шестерни движение передается на главный вал IV посредством кинематической цепи (см. рис. 3).

От вала IV получают движение все исполнительные механизмы и

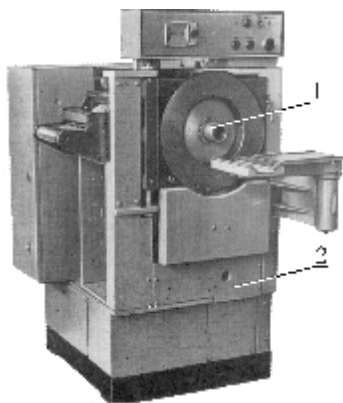


Рис.1. Станок ИС23А:
1 – оснастка, 2 – база

устройства станка. Валки устройства подачи получают движение от кривошипа 4, установленного на валу IV, посредством шатунов 5 и 8, рычагов 6, 7, 9 и обгонной муфты 10.

Кривошипно-шатунный механизм штампа 11 приводится в действие от шестерни $z_{11} = 35$ посредством кривошипа 12 и шатуна 13.

Каретка 14 механизма досылания приводится в движение от шестерни $z_{13} = 35$ посредством кривошипа 15, шатуна 16 и системы рычагов.

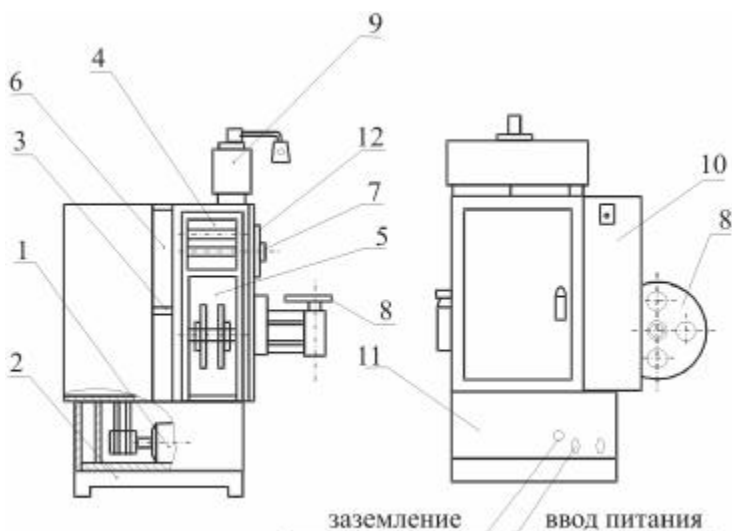


Рис. 2. Общий вид станка ИС23А с оснасткой:

- 1 – привод, 2 – основание, 3 – редуктор, 4 – подающее устройство,
- 5 – механизм штампа, 6 – механизм досылания, 7 – статорная головка,
- 8 – склиз, 9 – пульт управления, 10 – шкаф управления, 11 – подставка,
- 12 – сменная оснастка

Поворот статорной головки 17 на шаг пазов сердечника с фиксацией положения производится с помощью мальтийского механизма (водило 18, шестипазовый мальтийский крест 19), сменной шестерни $z_9 = (16, 18, 24, 36)$ и центральной шестерни $z_{10} = 140$ (см. рис. 3).

Ручное прокручивание станка осуществляется с помощью подпружиненной шестерни $z_{15} = 25$ и рукоятки 20.

Правильное взаимодействие механизмов станка устанавливается по циклограмме (рис. 4).

Принцип действия станка заключается в том, что полоса изоляционного материала 21 (рис. 3) с помощью валков 22 и 23 подающего устройства перемещается к штампу 11, на котором производится отрезка заготовки и ее

формовка в канале матрицы пуансоном, после чего готовая изоляционная коробочка выталкивается досылателем 24 сквозь фильерный паз диска оправки 25 в изолируемый паз сердечника статора.

При возвратном ходе досылателя происходит поворот сердечника статора на один шаг пазов.

Станок может работать с различной частотой (80, 120, 150 пазов/мин), определяемой соотношением шкивов клиноременной передачи в зависимости от габаритов изолируемых сердечников статоров.

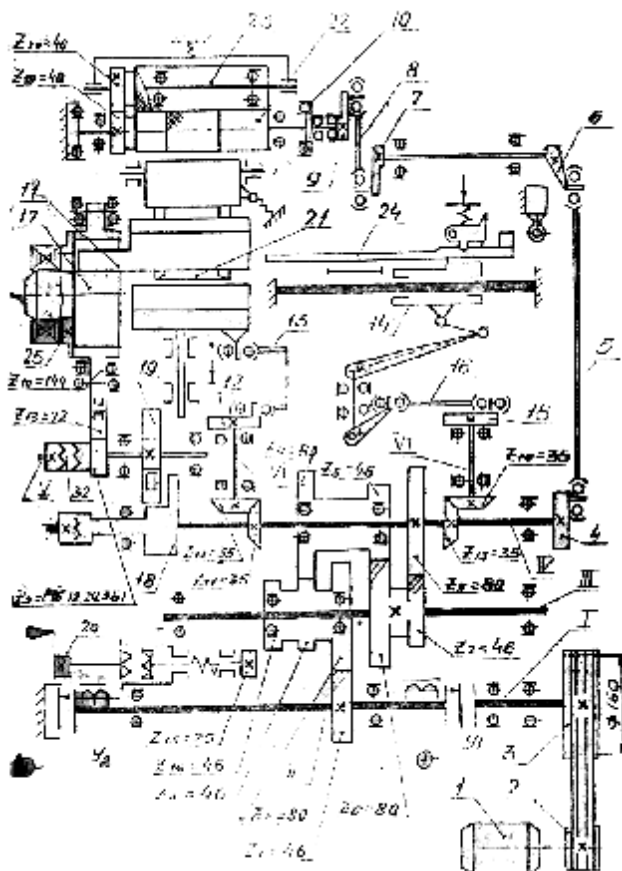


Рис. 3. Кинематическая схема станка ИС23А

Основные технические данные и характеристики станка представлены в табл. 1.

Процесс формирования короба путем штамповки наглядно показан на рис.5, где 1 – лента изоляционного материала, ширина которой равна длине развертки короба. Ее протягивают через щели профильных направляющих 2. Внутренние боковые стенки направляющих плавно сходятся и наклоняются таким образом, что скользящие по ним кромки полосы постепенно подворачиваются, образуя манжеты. Ленту протягивают на длину, равную ширине развертки короба, с помощью движущихся возвратно-поступательно клещевых захватов либо пары вращающихся роликов 3.

Рис. 4. Циклограмма работы механизмов станка

Основные технические данные и характеристики станка ИС23А

Губками или роликами одновременно подтягиваются завернутые кромки – манжеты. При неподвижном механизме подачи ножи 4 отрезают часть ленты, находящуюся между разомкнутыми матрицей 10 и пуансоном 5. Затем пуансон, смыкаясь с матрицей, подает заготовку в формирующий

Постановка задачи, метод и результаты исследования. Ставится

Метод синтеза такого класса

механизмов подробно описан в работе [2] и позволяет найти все параметры заменяющего механизма.

Такая замена позволит почти в 2 раза сократить ход толкателя 9 (рис. 5) (либо каретки 14 на рис. 3), а, следовательно, уменьшить габариты станка.

Сокращение хода толкателя вызвано тем, что шестизвенный механизм, изображенный на рис. 6, имеет выстой в крайнем положении, в отличие от кривошипно-ползунного механизма досылания, изображенного на кинематической схеме станка (рис. 3).

Чтобы схема процесса последовательного изолирования пазов статора не нарушалась, необходимо, чтобы толкатель 9 после выполнения операции переталкивания изоляции в паз возвращался назад на некоторое расстояние, меньшее, чем раньше, а затем выстаивал, пока происходит операция формовки следующего короба.

Таким образом, взаимодействие механизмов станка устанавливается теперь по циклограмме, изображенной на рис. 7.

механизмы	углы поворота																																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
механизм подачи	подача																													подача						
												выстой																								
механизм формовки	вверх к матрице																																			
																			возврат																	
механизм досылания	возврат																																			
												выстой														досылание										
механизм поворота		поворот																																		
										выстой																										

Рис. 7. Новая циклограмма работы механизмов станка

В этом станке требуемый ход исполнительного звена (толкателя 9 или каретки 14 на рис. 5 и рис. 3 соответственно) определяется длиной заготовки, которая должна вставляться в паз статора, и технологическо-конструктивными зазорами (зазор между пазовым коробом и статором и зазор между толкателем и пазовым коробом).

В общем случае требуемый ход исполнительного звена и технологическо-конструктивные зазоры задаются конструктом и в зависимости от условий технологического процесса могут меняться.

В станке ИС1А, например, длина заготовки (длина развертки пазового короба) составляет 20-70мм, в станке ИС45А – 130-305мм; в станке ИС345В – 105-305мм.

Поэтому, исходя из сказанного выше, следует, что есть необходимость разработать комплексную теорию, которая позволила бы при задании различного хода толкателя и допустимых величин его малых колебаний на

выстое, находить все линейные и угловые размеры шестизвенного механизма 4-го класса, изображенного на рис.6. Малые колебания толкателя на выстое не должны, с одной стороны, мешать операции формовки короба, а с другой стороны, пазовый короб не должен мешать операции поворота сердечника статора. Кроме того, необходимо, чтобы шестизвенный механизм был работоспособным и надежным.

Ставится задача: спроектировать такой механизм, у которого были бы минимальные перемещения на интервале выстоя и минимальные реакции в кинематических парах. Решение такой задачи подробно описано в работах [3, 4].

Решив эту задачу, мы обеспечим экономию электроэнергии, добьемся большей эффективности, большей долговечности, меньших габаритов всего станка. Кроме того, толкатель будет вступать в контакт с заготовкой со скоростью, на порядок меньшей существующей, что обеспечит еще большее повышение его долговечности.

Выводы. Заменяющий механизм досылания, работа которого соответствует новой циклограмме (рис. 7), был спроектирован. В результате было предложено усовершенствование кинематической схемы пазоизолировочного станка ИС 23А. Предложено изменение циклограммы работы механизма досылания за счет сокращения времени движения толкателя на холостом ходу. Такая замена позволила добиться большей долговечности механизма за счет выстоя, меньших габаритов всего станка, уменьшения скорости толкателя при контакте с заготовкой на порядок.

Спроектированный механизм имеет следующие параметры (рис.6): $h = 200$ мм, $l_{OA} = 100$ мм, $l_{BC} = 208.8$ мм, $l_{CD} = 592.4$ мм, $l_{OB} = 744$ мм, $l_{AC} = 878.2$ мм, $l_{DE} = 216.86$ мм, $\alpha = 5.7^\circ$, $\psi_0 = 93.41^\circ$, $y_B = -613$, $y_E = -368$, где h - ход ползуна, α - угол DCA , ψ_0 - угол между звеном BC и направлением ползуна. В начальном положении угол, который составляет кривошип OA с направлением ползуна, равен $224^\circ 6'$.

Величина максимального перемещения ползуна на интервале выстоя составляет около 1% от хода ползуна, что не мешает операциям формовки короба и поворота сердечника статора.

Список литературы. 1. Костромин В. Г., Бронин С. В., Дагаев В. А. и др. Технология производства асинхронных двигателей. Специальные процессы. – М.: Энергоиздат, 1981. – 272 с. 2. Новгородцев В.А., Зинченко Е.И., Зарубина А.А. Синтез шестизвенных механизмов четвертого класса с приближенным выстоем ведомого звена // Технологии в машиностроении: Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Выпуск 68. – Харьков: ХГПУ, 1999. – С. 17–21. 3. Зинченко Е.И., Крахмалев А.В., Загребельный В.Н. Синтез оптимальных механизмов четвертого класса с выстоем выходного звена // Механіка та машинобудування. – 2000. – №1. – С. 14–17. 4. Зінченко О.І. Оптимізація параметрів механізмів четвертого класу з вистоем веденої ланки // Машиностроение: Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Выпуск 100. – Харьков: ХГПУ, 2000. – С. 100–103.

Поступила в редколлегию 10.01.2006